

ALAT PENGUKUR PANJANG DAN TINGGI BARANG HASIL PRODUKSI SECARA KONTINYU

Hendra Ardi Setiadi¹⁾, Antonius F.L. Tobing²⁾

ABSTRAK

Mesin merupakan salah satu wujud nyata dari perkembangan teknologi yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan yang berbahaya maupun pekerjaan yang membutuhkan ketelitian yang tinggi. Oleh karena itu dalam proses produksi dibutuhkan pengawasan dengan ketelitian tinggi.

Alat pengukur panjang dan tinggi barang hasil produksi dibuat dengan menggunakan rangkaian mikrokontroler. Dengan penggunaan alat ini diharapkan panjang dan tinggi barang dapat diukur dengan lebih cepat dan teliti.

Pada pengujian kinerja alat tersebut dilakukan beberapa pengukuran terhadap panjang dan tinggi barang. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa tingkat keakuratan untuk sensor infrared yang berfungsi sebagai pendeteksi keberadaan barang mencapai nilai 100 %. Untuk sensor infrared yang berfungsi sebagai sensor pengukur tingkat keakuratannya mencapai nilai 95 %. Faktor yang mempengaruhi tingkat keakuratan tersebut antara lain delay yang ada dan ketepatan posisi dari sensor infrared.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan ketepatan hasil pengukuran, dapat disimpulkan bahwa alat alat pengukur yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik.

Kata kunci: panjang, tinggi, alat pengukur, mikrokontroler, keakuratan

PENDAHULUAN

Tingkat kebutuhan manusia akan barang barang hasil produksi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah populasi penduduk. Dengan meningkatnya permintaan, maka produksi barang juga semakin meningkat. Ada banyak cara yang dapat ditempuh untuk meningkatkan produksi. Salah satunya adalah dengan pengukuran barang hasil produksi yang cepat dan tepat. Dengan adanya alat ini diharapkan pengukuran barang hasil produksi khususnya panjang dan tinggi barang dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat.

Berkenaan dengan pengukuran panjang dan tinggi barang produksi tersebut dalam makalah ini dibahas tentang pembuatan dan pengujian kinerja alat ukurnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler adalah mikroprosesor yang dilengkapi dengan fasilitas I/O dan memori (RAM/ROM) dan dikemas dalam suatu *chip* tunggal^[1]. Mikrokontroler AT89S51 merupakan bagian dari keluarga mikrokontroler *MCS-51* yaitu termasuk jenis 8051. Keluarga ini diawali oleh Intel yang mengenalkan mikrokontroler tipe 8051 pada awal tahun 1980-an. Pada pembuatan alat pengukur panjang dan tinggi barang hasil produksi ini mikrokontroler yang digunakan

adalah mikrokontroler AT89S51. Mikrokontroler tersebut mempunyai fasilitas *In-System Programming (ISP)*. AT89S51 tersebut dapat langsung diprogram pada rangkaian aplikasi yang kita buat tanpa harus melepas IC tersebut, hal ini merupakan salah satu keunggulan dari AT89S51.

Spesifikasi secara umum mikrokontroler AT89S51 didasarkan pada *ATMEL data sheet* adalah sebagai berikut^[1]:

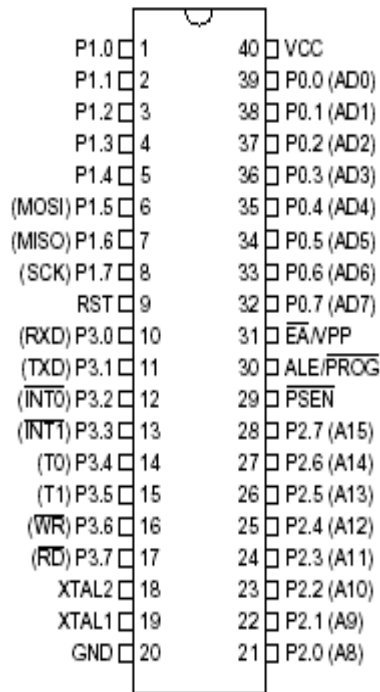
- 4K bytes of *In-System Programmable (ISP) Flash Memory* yang dapat dihapus dan ditulis sampai 1000 kali;
- *Full Duplex UART Serial Channel*;
- *Watchdog Timer*;
- *Dual Data Pointer*;
- *Fast Programming Time*;
- *Flexible ISP Programming*

Konfigurasi dan deskripsi AT89S51

Konfigurasi pin mikrokontroler AT89S51 secara umum dapat disajikan pada Gambar 1.

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya



Gambar 1. Konfigurasi Pin AT89S51^[1]

Penjelasan mengenai fungsi dari masing-masing pin mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

- Vcc : tegangan supply;
- Gnd : ground;
- Port 0 : merupakan port I/O bertipe *open drain bidirectional*. Sebagai port keluaran, masing-masing kaki dapat mengaktifkan delapan masukan TTL. Pada saat port 0 dalam keadaan *high*, dapat digunakan sebagai input berimpedansi tinggi. Port 0 juga dapat dikonfigurasi sebagai jalur alamat (A0-A7) atau jalur data (D0-D7) selama pengaksesan memori data atau memori program eksternal;
- Port 1 : merupakan port I/O dua arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. Output buffer dari port 1 dapat mengaktifkan 4 masukan TTL. Pada saat port 1 dalam keadaan *high*, dapat digunakan sebagai input. Pada port 1 juga digunakan sebagai penerimaan alamat byte rendah selama *Flash programming*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Fungsi Khusus Masing-Masing Kaki Port 1

Kaki port	Fungsi khusus
P1.5	MOSI (digunakan dalam In-System Programming)
P1.6	MISO (digunakan dalam In-System Programming)
P1.7	SCK (digunakan dalam In-System Programming)

- Port 2 : merupakan port I/O dua arah yang dilengkapi dengan *pull up* internal. Output buffer dari port 2 dapat mengaktifkan 4 masukan TTL. Pada saat port 2 dalam keadaan *high*, dapat digunakan sebagai input. Port 2 juga dapat digunakan sebagai jalur alamat (A8-A15) selama pengambilan instruksi dari memori program eksternal atau selama pengaksesan memori data eksternal yang menggunakan perintah dengan alamat 16-bit (*MOVX @ DPTR*);
- Port 3 : merupakan port I/O dua arah yang dilengkapi dengan *pullup* internal. Output buffer dari port 3 dapat mengaktifkan 4 masukan TTL. Pada saat port 3 dalam keadaan *high*, dapat digunakan sebagai input. Port 3 juga menyediakan berbagai fungsi khusus, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Fungsi Khusus Masing-Masing Kaki Port 3

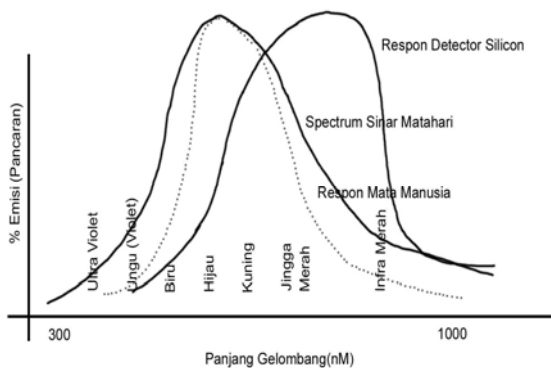
Kaki Port	Fungsi Khusus
P3.0	RXD (port masukan serial)
P3.1	TXD (port keluaran serial)
P3.2	INT0 (interupsi eksternal 0)
P3.3	INT1 (interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (masukan eksternal pewaktu/pencacah 0)
P3.5	T1 (masukan eksternal pewaktu/pencacah 1)
P3.6	WR (sinyal tanda tulis memori data eksternal)
P3.7	RD (sinyal tanda baca memori data eksternal)

- RST : reset. Kondisi high selama 2 siklus mesin akan mereset mikrokontroler.

LED Inframerah

LED inframerah merupakan sebuah komponen yang menggunakan cahaya inframerah. Inframerah merupakan cahaya yang tidak tampak karena mempunyai panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah, sehingga dengan panjang gelombang ini maka cahaya inframerah ini tidak tampak oleh mata.

Cahaya tampak memiliki panjang gelombang berkisar 0,4-0,8 μ m. Cahaya dengan panjang gelombang di bawah 0,4 μ m adalah *ultra violet*, sedangkan cahaya dengan panjang gelombang tinggi yang berkisar 0,8-100 μ m adalah inframerah. Mengenai spektrum cahaya dengan respon mata manusia dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Spektrum cahaya dan respon mata manusia

Cahaya inframerah yang dipancarkan oleh **LED** dan berfungsi sebagai pemancar harus mempunyai suatu aturan tertentu agar cahaya yang dipancarkan dapat diterima dengan baik di *receiver* (penerima). Dalam perancangan alat ini menggunakan **LED** inframerah tipe QED122 yang dapat ditunjukkan pada Gambar 3 sebagai berikut:

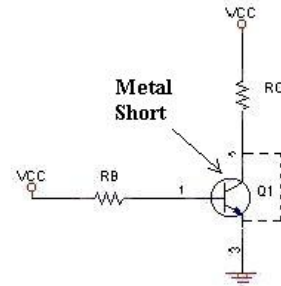


Gambar 3. Tampak Komponen **LED** Inframerah

Transistor

Transistor digunakan sebagai saklar. Pada saat transistor berfungsi sebagai saklar akan berada pada daerah *cutoff* atau berada pada

daerah saturasi. Bias yang digunakan adalah bias basis karena bias tersebut berguna di dalam rangkaian-rangkaian digital. Pada transistor yang dimaksud dengan titik saturasi adalah arus maksimum kolektor yang mungkin pada rangkaian. Titik saturasi didapatkan dengan cara menghubungkan singkat antara kolektor dan emiter sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4 berikut^[2,3].



Gambar 4. Transistor Pada Saat Keadaan Saturasi

Tegangan yang terjadi pada saat saturasi adalah tegangan $V_{ce} \approx 0$, maka tegangan V_{cc} akan melewati resistor R_c sehingga akan didapatkan arus I_c (arus I_c tersebut adalah arus I_c saturasi) dengan persamaan:

$$I_{c(sat)} = I_{c(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_c} \quad (1)$$

Selain itu, kondisi yang terjadi pada waktu *cutoff*, akan didapatkan tegangan V_{CE} maksimum yaitu sama dengan tegangan yang berada di catu kolektor, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Transistor Pada Saat Keadaan *Cutoff*

Oleh karena itu, maka dapat dituliskan persamaan hubungan antara V_{CC} terhadap $V_{CE(Cutoff)}$ sebagai berikut:

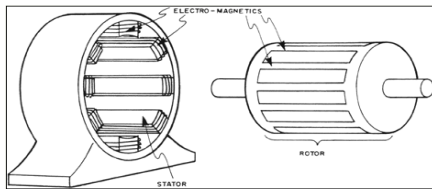
$$V_{CE(Cutoff)} = V_{CC} \quad (2)$$

Dengan demikian, pada kondisi rangkaian di atas hanya mempunyai 2 keadaan tegangan keluaran: 0 atau +5V. Hal ini dapat digunakan untuk

rangkaian digital karena memiliki dua tingkatan keluaran: logika *low* atau logika *high*.

Motor Arus Searah (DC)

Motor arus searah adalah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus searah (listrik *DC*) menjadi tenaga gerak atau tenaga *mekanik*, di mana tenaga gerak tersebut berupa putaran dari *rotor*. Gerak putar tersebut dihasilkan dengan memberikan tegangan pada *input*. Dalam kehidupan sehari-hari motor *DC* dapat dilihat pada *tape recorder*, mainan anak-anak, dan sebagainya. Sedangkan pada pabrik-pabrik motor *DC* kita jumpai pada *elevator*, *conveyor*, dan sebagainya. Adapun bagian dasar dari motor ditunjukkan oleh Gambar 6. berikut^[4].

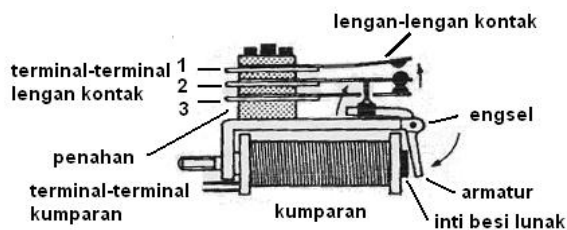


Gambar 6. Bagian Dasar Motor DC

Pada Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa stator ditempatkan pada bagian luar dari motor dan merupakan komponen yang tetap, sedangkan rotor adalah bagian yang berputar dan merupakan bagian yang terhubung dengan perlengkapan lainnya.

Relay

Relay adalah sebuah alat elektromagnetik yang dapat mengubah posisi kontak-kontak saklar sewaktu alat ini menerima sinyal listrik. *Relay* ini tersusun atas sebuah kumparan kawat beserta sebuah inti besi lunak, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7 berikut^[5].



Gambar 7. Penampang Relay

Cara kerja dari komponen relay adalah ketika arus kontrol kecil mengalir pada kumparan, secara otomatis inti besi lunak akan dimagnetisasi, sehingga armatur akan tertarik oleh inti besi lunak yang telah dimagnetisasi. Gerakan armatur yang tertarik mengakibatkan posisi lengan kontak berubah, di mana antara lengan kontak 1 dan 2 yang terbuka akan menjadi tertutup, sedangkan sebaliknya lengan kontak 2 dan 3 yang tertutup akan menjadi terbuka atau yang biasa disebut dengan *change over* (*CO*).

Ada 3 jenis kontak *relay* yang dapat dipergunakan, yaitu:

1. Normal terbuka (*Normally Open* (*NO*)). Kontak *relay* jenis ini akan tertutup bila kumparannya dialiri arus listrik. Jenis kontak normal terbuka ini ditunjukkan pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Simbol Kontak Relay Normally Open (*NO*)

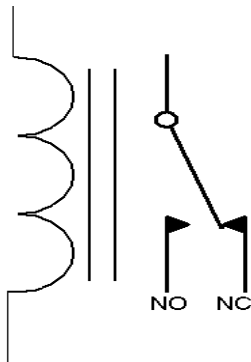
2. Normal tertutup (*Normally Closed* (*NC*)). Kontak *relay* jenis ini akan terbuka bila kumparannya dialiri arus listrik. Jenis kontak normal tertutup ini ditunjukkan pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Simbol Kontak Relay Normally Closed (*NC*)

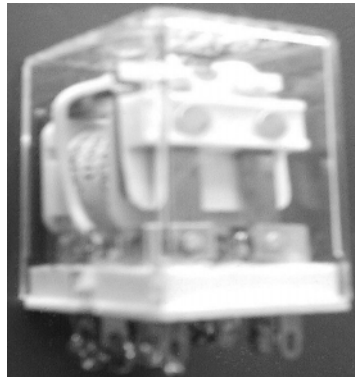
3. *Changeover* (*CO*). *Relay* jenis ini memiliki satu pasang kontak yaitu *NO* dan *NC* dengan satu tuas kontak. Pada saat dialiri arus, *NO* akan menutup dan *NC* akan membuka. Jenis

kontak *changer over* ini ditunjukkan pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10. Simbol Kontak *Relay Change Over*

Jenis *Relay* yang digunakan dalam pembuatan alat pengukur tinggi dan panjang hasil produksi ini adalah *relay DPDT* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 11 berikut:

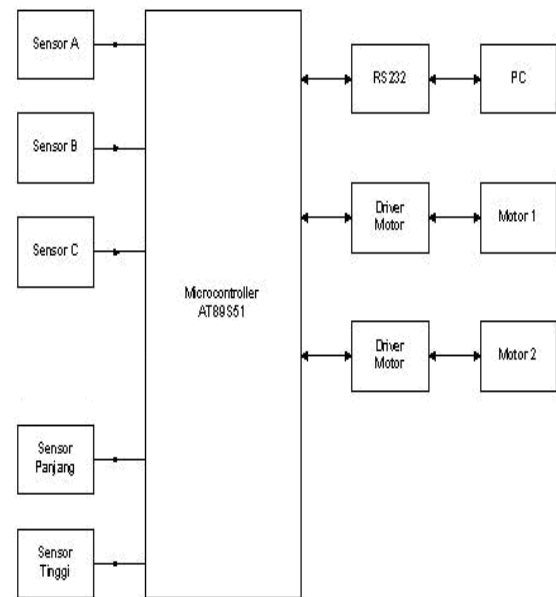


Gambar 11. *Relay DPDT*

METODE PENELITIAN

Perencanaan dan pembuatan alat

Pada bagian ini akan dibahas perencanaan dan pembuatan *software* maupun *hardware*. Diagram blok *hardware* dapat dilihat pada Gambar 12. *Software* pada mikrokontroler digunakan sebagai pengontrol jalannya pelaksanaan tugas yang dilaksanakan oleh alat.



Keterangan Gambar:

- 1) Sensor A (*Infrared*): bertugas untuk mendeteksi apakah ada barang yang masuk dan mengaktifkan *conveyor* 1;
- 2) Sensor B (*Infrared*): bertugas untuk mendeteksi barang dan menghentikan *conveyor* 1;
- 3) Sensor C (*Infrared*): bertugas untuk mendeteksi barang dan mengaktifkan *conveyor* 2;
- 4) Sensor Panjang (*Infrared*): bertugas untuk mengukur panjang barang;
- 5) Sensor Tinggi (*Infrared*): bertugas untuk mengukur tinggi barang;
- 6) Microcontroller: bertugas untuk mengatur alat pengukur.
- 7) *Driver Motor*: bertugas untuk menjalankan motor 1 dan 2;
- 8) Motor 1 dan 2: bertugas untuk menggerakkan *conveyor* 1 dan 2;
- 9) RS232: bertugas untuk menghubungkan mikrokontroler dengan PC;
- 10) PC: bertugas untuk menampilkan dan menyimpan hasil pengukuran.

Gambar 12. Diagram Blok Sistem Alat Pengukur Panjang dan Tinggi Barang Hasil Produksi

Perancangan dan Pembuatan Mekanik

Dalam perancangan *mekanik* yang akan dibuat pada alat ini, dipakai bahan-bahan yang mempunyai spesifikasi tertentu. Spesifikasi tersebut dipilih berdasarkan kelebihan dan kekurangan dari bahan yang memang sudah ada di pasaran.

Bahan yang digunakan adalah besi siku, aluminium dan papan tripleks. Alasan pemilihan

bahan ini adalah mudah digabungkan untuk membentuk kerangka alat.

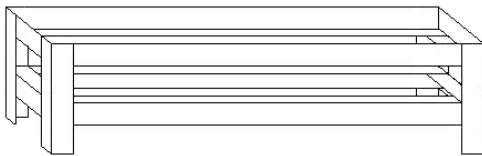
Ada beberapa tahapan proses perancangan dan pembuatan mekanik alat ini. Adapun proses tersebut, meliputi:

- Perancangan dan pembuatan rangka *conveyor*;
- Perancangan dan pemasangan *roller* dan *belt conveyor*;
- Perancangan dan pemasangan motor;
- Perancangan dan pemasangan sensor.

Perancangan dan pembuatan rangka *conveyor*

Rangka *conveyor* dibuat dari besi siku yang digabungkan sehingga menjadi bentuk sebagaimana disajikan pada Gambar 13. Ukuran rangka *conveyor* sebagai berikut:

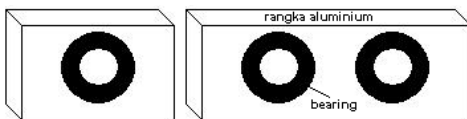
- Panjang = 100 cm;
- Lebar = 25 cm;
- Tinggi = 25 cm.



Gambar 13. Rangka *conveyor*

Perancangan dan pemasangan *roller* dan *belt conveyor*

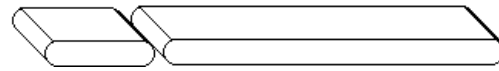
Roller-roller dibuat dari batang besi yang terdapat roda-roda pada bagian tengahnya. Pada roda-roda kemudian dipasang bearing. *Bearing* yang telah dipasang pada rangka aluminium ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. *Bearing*

Perancangan dan pemasangan *belt conveyor*

Belt conveyor dibuat dari lembaran plastik tebal yang dipotong dengan lebar sekitar 20 cm, Plastik tersebut kemudian dipasang melingkar pada *roller*. *Belt conveyor* ditunjukkan pada Gambar 15 berikut:



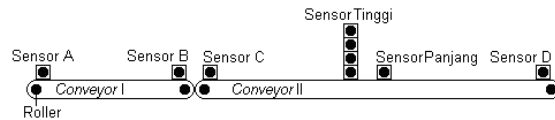
Gambar 15. *Belt conveyor*

Perancangan dan pemasangan motor

Motor dipasang pada bagian bawah dari rangka. Pada motor dipasang *gear* yang kemudian dihubungkan dengan *gear* yang terpasang pada *roller* dengan menggunakan rantai.

Perancangan dan pemasangan sensor

Sensor yang digunakan adalah sensor inframerah, di mana pemancar dan penerima dipasang pada kedua sisi *conveyor*. *Conveyor* tampak dari samping disajikan pada Gambar 16 berikut:



Gambar 16. *Conveyor* tampak dari samping

Perancangan *hardware*

Pembahasan perancangan perangkat keras pada bagian ini meliputi perancangan rangkaian-rangkaian elektronika, seperti mikrokontroler, rangkaian sensor inframerah, dan rangkaian *driver* motor.

Mikrokontroler AT89S51

Dalam rangkaian ini fungsi utama dari mikrokontroler adalah sebagai pegolah data dan pengontrol dari peralatan keras. Penjelasan fungsi dari pin-pin AT89S51 yang digunakan adalah sebagai berikut:

Port 0

- *Port 0.0* dihubungkan dengan sensor tinggi 1.
- *Port 0.1* dihubungkan dengan sensor tinggi 2.
- *Port 0.2* dihubungkan dengan sensor tinggi 3.
- *Port 0.3* dihubungkan dengan sensor tinggi 4.
- *Port 0.4* dihubungkan dengan sensor tinggi 5.
- *Port 0.5* dihubungkan dengan sensor tinggi 6.
- *Port 0.6* dihubungkan dengan sensor tinggi 7.
- *Port 0.7* dihubungkan dengan sensor tinggi 8.

Port 1

- *Port 1.0* dihubungkan dengan sensor tinggi 9.
- *Port 1.1* dihubungkan dengan sensor tinggi 10.

- *Port 1.2* dihubungkan dengan sensor tinggi 11.
- *Port 1.3* dihubungkan dengan sensor tinggi 12.
- *Port 1.4* dihubungkan dengan sensor tinggi 13.
- *Port 1.5* dihubungkan dengan sensor tinggi 14.
- *Port 1.6* dihubungkan dengan sensor tinggi 15.

Port 2

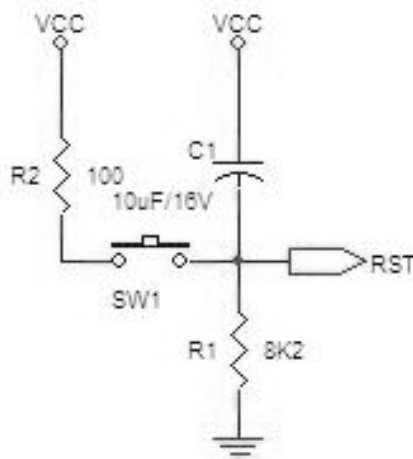
- *Port 2.6* dihubungkan dengan driver motor 1
- *Port 2.7* dihubungkan dengan driver motor 2

Port 3

- *Port 3.2* dihubungkan dengan sensor panjang.
- *Port 3.5* dihubungkan dengan sensor a.
- *Port 3.6* dihubungkan dengan sensor b.
- *Port 3.7* dihubungkan dengan sensor.

Rangkaian Reset

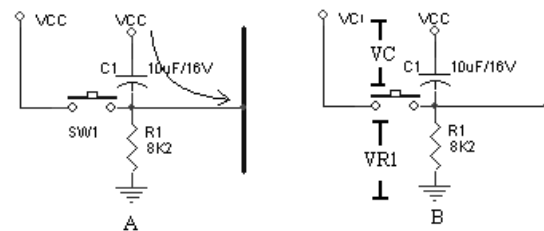
Rangkaian *reset* digunakan untuk melakukan *reset* pada mikrokontroler AT89C51. Rangkaian *power on reset* diperlukan agar AT89S51 dapat di-*reset* secara otomatis pada saat pertama kali dihidupkan. Keadaan *reset* diperoleh bila pin 9 yaitu *RST* diberi logika “1”(high). Konfigurasi rangkaian *reset* ditunjukkan pada Gambar 17 di bawah ini:



Gambar 17. Rangkaian Reset

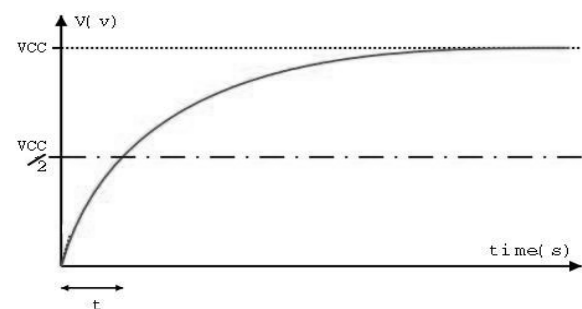
Gambar 17 merupakan gambar rangkaian *reset* yang bekerja secara manual maupun otomatis saat sumber daya diaktifkan. Pada saat sumber daya diaktifkan, maka *capasitor* *C1* akan terhubung singkat sehingga rangkaian

ekivalennya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 18 berikut:

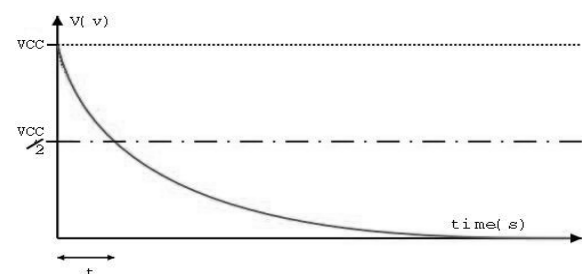


Gambar 18. Aliran Arus dan Perubahan Tegangan pada *Reset* Otomatis

Arus mengalir dari V_{CC} langsung ke kaki *RST* sehingga kaki tersebut berlogika 1. Kemudian *capasitor* akan terisi hingga tegangan pada *capasitor* (V_c) yaitu tegangan antara V_{CC} dan titik antara *capasitor* C_1 dan resistor R_1 mencapai V_{CC} , dengan demikian secara otomatis tegangan pada R_1 atau tegangan pada *RST* akan turun menjadi 0 sehingga kaki *RST* akan berlogika 0 (Gambar 18 B) dan proses *reset* selesai. Kurva pengisian dan pengosongan *capacitor* yang terjadi pada proses *reset* ditunjukkan oleh Gambar 19 a dan 19 b berikut.



a. Pengisian *Capacitor*



b. Pengosongan *Capacitor*

Gambar 19. Kurva Pengisian dan Pengosongan *Capacitor*

Jika saklar SW_1 ditekan, *reset* akan bekerja kembali secara *manual* di mana aliran arus akan mengalir dari V_{CC} ke kaki *RST*

seperti ditunjukkan Gambar 18 (*reset manual*). Penentuan nilai t_{reset} dari rangkaian dibandingkan dengan nilai t_{reset} yang dipersyaratkan sebagai berikut.

Ditentukan terlebih dahulu nilai C_I , karena nilai ini sulit didapat dari literatur. Di sini dimisalkan nilai C_I sebesar 10uF dan R_I sebesar 8200 (8k2), jadi dapat dihitung nilai τ dengan persamaan (3) berikut ini:

$$\tau = R_I \times C_I \quad (3)$$

$$\tau = 8200 \times 10^{-5} = 0,082$$

Nilai V_{IH} yaitu nilai miniman *high RST data sheet* dapat dihitung dengan persamaan (4) berikut:

$$V_{IH} = 0,7 V_{CC} \quad (4)$$

maka:

$$V_{IH} = 0,7 \times 5 = 3,5 \text{ V}$$

Nilai t_{reset} dapat ditentukan dengan persamaan (5) berikut:

$$V_{IH} = V_C = V_{CC} \times (1 - e^{-t_{reset}/\tau}) \quad (5)$$

Jika nilai: V_{IH} , V_{CC} , dan τ disubstitusikan ke dalam persamaan (5) di dapat t_{reset} sebagai berikut:

$$3,5 = 5 (1 - e^{-t_{reset}/\tau})$$

$$1 - e^{-t_{reset}/\tau} = 0,7$$

$$e^{-t_{reset}/\tau} = 0,3$$

$$\ln(e^{-t_{reset}/\tau}) = |\ln 0,3|$$

$$\frac{t_{reset}}{\tau} = 1,2039$$

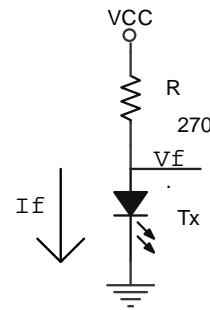
$$\frac{t_{reset}}{0,082} = 1,2039$$

$$t_{reset} = 0,09872s = 98,7ms$$

Dalam keadaan *minimal t_{reset}* bernilai 12 ms setelah *oscillator* bekerja, sedangkan menurut hasil perhitungan yang didapat 98,7 ms. Dengan demikian waktu *reset* yang dibutuhkan lebih lama dan sudah memenuhi syarat minimal.

Rangkaian Sensor Inframerah

Pada bagian ini dijelaskan perancangan rangkaian sensor inframerah. Rangkaian sensor inframerah terdiri dari 2 yaitu rangkaian pemancar sebagaimana disajikan pada Gambar 20 dan rangkaian penerima sebagaimana disajikan pada Gambar 21.



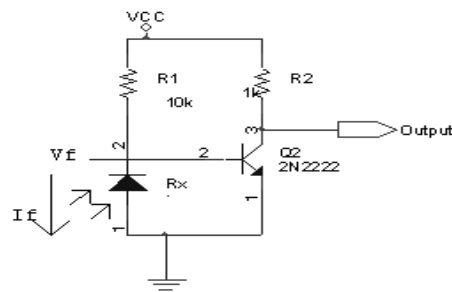
Gambar 20. Rangkaian pemancar

Pada perancangan pemancar ini digunakan *LED* inframerah dengan resistor 270Ω yang dihubungkan secara seri. Penggunaan resistor 270Ω didasarkan pada perhitungan menggunakan persamaan (8) berikut ini:

$$R = \frac{V - V_f}{I_f} \quad (8)$$

Dari data yang diketahui: $V = V_{CC} = 5V$, $V_f = 1,2V$ dan $I_f = 14,1 \text{ mA}$, maka didapatkan nilai R :

$$R = \frac{V - V_f}{I_f} = \frac{5V - 1,2V}{14,1mA} = 270\Omega$$



Gambar 21. Rangkaian penerima

Pada perancangan rangkaian penerima ini digunakan fotodiode tipe *QED122* yang dihubungkan seri dengan resistor 10kΩ, kemudian dihubungkan dengan transistor yang kolektornya dihubungkan secara seri dengan resistor 1kΩ. Rangkaian ini berfungsi untuk menerima cahaya infa merah yang dipancarkan oleh rangkain pemancar. Dalam perancangan rangkaian ini menggunakan resistor (R_I) 10KΩ berdasarkan pada perhitungan berikut ini:

Fotodiode tersebut bekerja pada tegangan sebesar 1,7 V dengan arus sebesar 0,33 mA.

Nilai R_1 dihitung berdasarkan pada persamaan (9) sebagai berikut:

$$R_1 = \frac{V - V_f}{I_f} \quad (9)$$

Jika nilai $V = V_{cc} = 5V$ dan $V_f = 1,7V$, dan $I_f = 0,33mA$, disubstitusikan ke dalam persamaan (9) didapat:

$$R_1 = \frac{5V - 1,7V}{0,33mA} = 10k\Omega$$

Nilai $R_2 = 1k\Omega$ pada kolektor dari transistor didapat dari perhitungan berdasarkan persamaan (10) sebagai berikut:

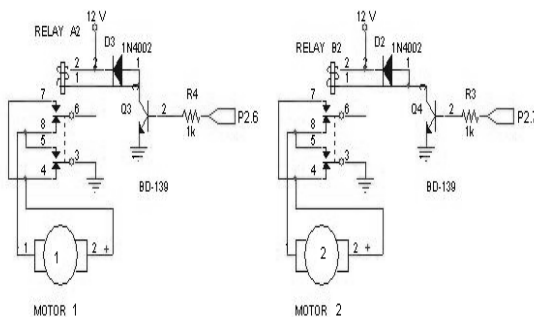
$$I_c = \frac{V_{cc}}{R_c} \quad (10)$$

Jika nilai $V_{cc} = 5V$ dan $I_c = 5mA$ disubstitusikan ke dalam persamaan (10) didapat:

$$R_2 = \frac{5V}{5mA} = 1k\Omega$$

Rangkaian Driver Motor

Rangkaian *driver* ini berfungsi untuk mengendalikan motor DC yang digunakan pada alat. Komponen utama dari *driver* motor ini adalah transistor *BD139* dan *relay*^[4]. Gambar dari rangkaian *driver* motor disajikan pada Gambar 22 berikut:



Gambar 22. Rangkaian Driver Motor

Nilai resistor (R) pada rangkaian *driver* motor ditentukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai I_b

Nilai I_b diperoleh dengan menggunakan persamaan (11) berikut:

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}} \quad (11)$$

$$I_b = \frac{500mA}{100} = 5mA$$

Dengan I_c saturasi = 500 mA dan $H_{fe} = 100$ (*Datasheet Transistor BD139*).

2. Menentukan nilai R_B

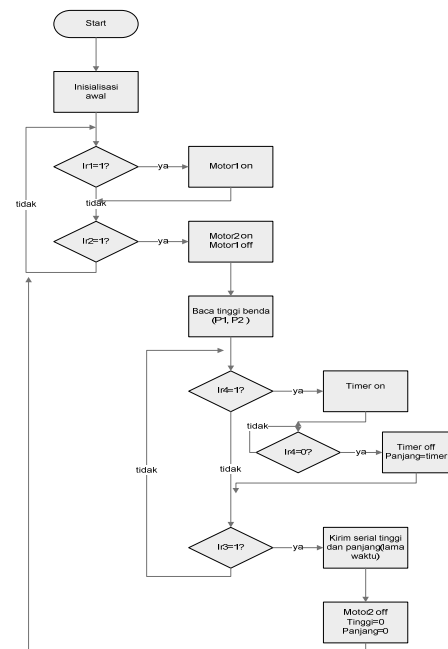
Nilai R_B diperoleh menggunakan persamaan (12) berikut:

$$R_B = \frac{V_{bb} - 0,7}{I_b} \quad (12)$$

$$R_B = \frac{5 - 0,7}{5mA} = 860\Omega \approx 1k\Omega$$

Perangkat Lunak (Software)

Suatu sistem akan memperoleh hasil yang optimal jika penyusunan perangkat keras pada sistem tersebut telah direncanakan dan dipadu dengan perangkat lunak (*software*). Perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa C pada mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) pada mikrokontroler digunakan untuk menjalankan perangkat keras (*Hardware*). Sedangkan untuk tampilan pada PC menggunakan Visual C. Berikut ini adalah diagram alir program pada mikrokontroler dari alat yang dibuat sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 23.

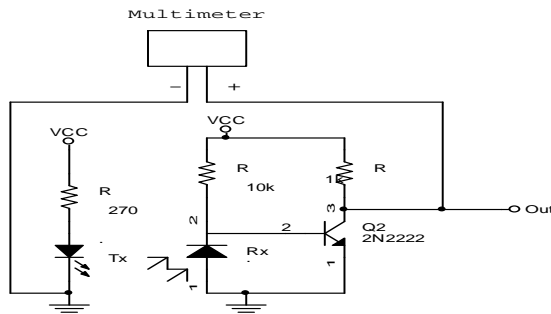


Gambar 23. Diagram Alir Program Software Pada Mikrokontroler

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Rangkaian Inframerah

Pada pembuatan alat ini menggunakan sepasang rangkaian inframerah penerima dan pemancar. Pengukuran yang dilakukan adalah pada saat tidak ada penghalang yang berlogika '1' atau 'hi' dan pada saat ada penghalang yang berlogika '0' atau 'lo', dengan nilai $V_{cc}=5V$. Pengukuran dengan menggunakan multimeter digital dengan merk GDM-350 yang memiliki tingkat ketelitian 0,01. Rangkaian pengukuran inframerah disajikan pada Gambar 24 sebagai berikut.



Gambar 24. Rangkaian Pengukuran Inframerah

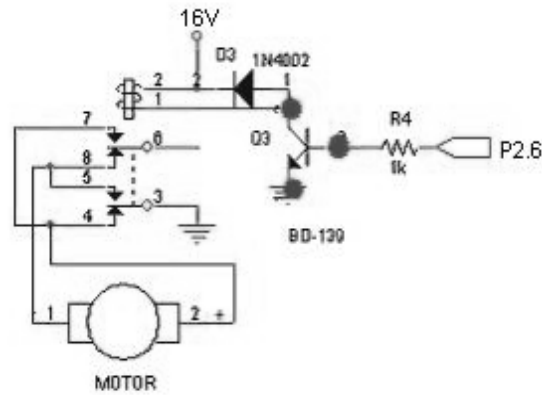
Tabel 3. Pengukuran Rangkaian Inframerah

Tegangan output Pada saat '1' (V)	Tegangan output Pada saat '0' (V)
4,89	0,07

Berdasarkan dari Tabel 3 pengukuran dari tegangan *output* pada saat "hi" dan "lo" maka dapat disimpulkan bahwa rangkaian dari inframerah tersebut bekerja dengan baik karena level tegangan *output*-nya dapat terbaca oleh mikrokontroler.

Pengukuran Transistor BD139 Pada Rangkaian Driver Motor

Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur besarnya tegangan pada kolektor, basis, dan *emiter* saat transistor dalam keadaan *cutoff* dan saturasi. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui apakah rangkaian *driver* motor dapat bekerja dengan baik. Gambar 25 menunjukkan rangkaian yang digunakan dalam pengukuran.



Gambar 25. Rangkaian Pengukuran Transistor BD139

Berikut adalah hasil pengukuran transistor BD139 saat kondisi *cutoff* dan saturasi menggunakan *Professional Digital Multimeter* UT70A.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Transistor BD139

Port	Input (Volt)	Relay			Kondisi
		V_B (V)	V_C (V)	V_E (V)	
P2.6	0	-0,20	16,94	0	CutOff

Dari hasil pengukuran di atas, transistor dalam keadaan saturasi apabila mikrokontroler memberikan tegangan *input* sebesar 4,43 Volt sehingga tegangan pada basis berubah menjadi 0,7 Volt. Sedangkan transistor akan berubah menjadi *cutoff* apabila mikrokontroler memberikan tegangan sebesar 0 Volt sehingga tegangan pada basis sebesar 0 Volt dan tegangan pada kolektor menjadi 16,94 Volt. Dengan demikian, maka transistor BD139 pada rangkaian *driver* motor bekerja sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa keadaan *cutoff* pada transistor merupakan kondisi saat basis dari transistor tidak mendapat *input* sehingga hubungan antara kolektor dan *emiter* terputus dan didapat tegangan V_{ce} maksimum sebesar tegangan yang berada di catu kolektor.

Pengujian Alat yang telah dibuat

Pada bagian ini adalah pengujian alat secara keseluruhan untuk alat yang telah dibuat sesuai yang diharapkan atau belum. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Tinggi dan Panjang Barang

Per-co-ba-an ke-	Proses Pengukuran Tinggi		Proses Pengukuran Panjang	
	Pengukuran Manual (cm)	Pengukuran Dengan Alat (cm)	Pengukuran Manual (cm)	Pengukuran Dengan Alat (cm)
1	9,8	10	9,8	10
2	9,8	10	9,8	10
3	9,9	10	9,9	10
4	9,9	10	9,9	10
5	9,8	10	9,8	10

Dari hasil pengujian di atas dapat disimpulkan bahwa alat pengukur tinggi dan panjang barang hasil produksi yang telah dibuat memiliki akurasi yang cukup tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Rangkaian inframerah pemancar dan penerima yang dibuat mampu bekerja dengan baik;

2. Transistor BD139 pada rangkaian *driver* motor yang dibuat mampu bekerja dengan baik;
3. Alat pengukur tinggi dan panjang barang hasil produksi yang dibuat mampu bekerja sesuai dengan fungsinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmel, *Microcontroller 89S51*, Data Sheet
- [2] Coughlin, Robert F, *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linear*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1983
- [3] Malvino, Albert Paul, *Prinsip-Prinsip Elektronika*, Jilid satu, Penerbit Teknika Salemba, Jakarta, 2003
- [4] Harter, James H, *Electromechanic Principles Concepts And Devices*, Edisi Kedua, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1995
- [5] Anonim, *How Relays Work*, Howstuffworks, <http://electronics.howstuffworks.com/relay.htm>, diakses 10 Desember 2007